

IMPLEMENTAZIONE DI UN MOBILE GIS SENSIBILE AL CONTESTO ARCHEOLOGICO DI UTILIZZAZIONE

Maurizio BRIOSCHI (*), Maria A. BROVELLI (**), Massimo LEGNANI (*), Diego MAGNI (**)

(*) Cefriel (Center of Excellence For Research, Innovation, Education and industrial Labs partnership), via Fucini 2, 20133 Milano - tel + 39 02 23954 210-322, fax + 39 02 23954 410-522, e-mail: brioschi@cefriel.it, legnani@cefriel.it

(**) Politecnico di Milano - Polo Regionale di Como, via Valleggio 11, 22100 Como - tel + 39 031 332 7517-7529, fax + 39 031 332 7519, e-mail: maria.brovelli@polimi.it, diego.magni@polimi.it

Riassunto

I *mobile GIS*, ossia i sistemi informativi territoriali su dispositivi palmari, aprono nuovi scenari di fruizione dei dati geografici: essi, infatti, vengono utilizzati sul campo e, per questo motivo, possono essere utilmente perfezionati con caratteristiche di sensibilità e adattamento all'ambiente in cui si trovano (*context awareness*).

Il lavoro in esame ha come obiettivo l'implementazione di un *mobile GIS* dotato di *context awareness*, cioè che possa disporre delle funzionalità di base dei GIS ed essere in grado di adattarsi alle sollecitazioni derivanti dal particolare contesto in cui è utilizzato.

Il *mobile GIS*, tuttora in fase di test e completamento, è un servizio *client-server* basato su Java MapScript ed è parte di un *framework* per lo sviluppo di applicazioni cartografiche e adattabili al contesto; allo stato attuale dispone delle funzionalità GIS di base e presenta funzionalità di *context awareness* relative alla determinazione della posizione dell'utente mediante GPS e alla localizzazione di oggetti di interesse mediante *tag* RFID (*Radio Frequency IDentification*).

Abstract

Mobile GIS, i.e. Geographical Information Systems on handled devices, allow to have new scenarios of geographical data exploitation: in fact, they are used in the field and so, they can be usefully improved by some characteristics of context awareness and adaptation.

This work aims to implement a context aware mobile GIS, i.e. an application with the typical GIS functionalities that can adapt itself to the inputs coming from the particular context where it is used. The mobile GIS is a client-server service based on Java MapScript and it is a part of a framework thought for developing cartographical and context-adaptive applications.

At the moment the mobile GIS is still in development and the actual version has basic GIS functionalities, user position determination by GPS receivers, and object of interest location by RFID (Radio Frequency IDentification) tags.

Introduzione e obiettivi del lavoro

L'attuale notevole diffusione dei dispositivi palmari sta da qualche tempo coinvolgendo anche i sistemi informativi territoriali, con programmi e applicazioni generalmente denominate *mobile GIS*. Essi permettono di interagire con i dati geografici direttamente dal campo, ossia non da un ufficio o da una postazione Internet, ma percorrendo il territorio a cui si riferiscono. Appare dunque evidente la stretta relazione che può intercorrere tra i dati visualizzati o interrogati sul *mobile GIS* e il particolare oggetto reale che si sta esaminando sul campo, proprio perché l'utilizzatore del *mobile GIS* può verificare in tempo reale la corrispondenza tra dato geografico e territorio.

In questo senso diventa evidentemente rilevante la dipendenza del *mobile GIS* dalle condizioni di utilizzo, che riguardano il tipo di utilizzatore, il particolare dispositivo adottato, le caratteristiche ambientali in cui sta operando (ad esempio la luminosità), la localizzazione nel territorio che si sta percorrendo e l'eventuale presenza in esso di elementi di interesse.

Di conseguenza si ha la necessità che il *mobile GIS* possa essere il più possibile sensibile alle caratteristiche del contesto in cui si trova e in grado di adattarsi ad esse; questa proprietà viene definita *context awareness* e *context aware* sono detti i programmi e le applicazioni che la possiedono.

Il lavoro in esame ha come obiettivo l'implementazione di un *mobile GIS* che possa presentare la proprietà di *context awareness*; l'intenzione è quindi quella di realizzare un GIS in grado da un lato di trasferire sul palmare dell'utilizzatore i dati e le funzionalità proprie dei sistemi informativi territoriali, dall'altro di rispondere alle sollecitazioni derivanti dall'ambiente che l'utilizzatore stesso sta esplorando.

In particolare, il progetto fa parte del FIRB 2003 "ArcheoMedSat" e il contesto territoriale scelto per la prima applicazione del *mobile GIS* riguarda l'area archeologica di Comum Oppidum, nel Parco Regionale della Spina Verde di Como.

Allo stato attuale si è voluto concentrare l'attività di ricerca sull'inserimento nella carta della posizione dell'utente e della localizzazione degli oggetti di interesse, ossia, in questo caso specifico, delle evidenze archeologiche. I sensori che permettono l'acquisizione di queste informazioni sono un ricevitore GPS nel primo caso e *tag* RFID (*Radio Frequency IDentification*) nel secondo.

Descrizione dell'architettura complessiva della piattaforma di *context awareness*

Il *mobile GIS* presenta, allo stato attuale, un'architettura *client-server* ed è incorporato all'interno di una piattaforma appositamente progettata e implementata per servizi sensibili al contesto. Prima di passare alla descrizione del *mobile GIS* e delle sue caratteristiche di *context awareness*, ci si sofferma quindi su una breve presentazione di tale piattaforma.

La piattaforma è pensata per operare in architettura Web, garantendo così la massima compatibilità con i sistemi mobili per i quali è pensato il servizio: la realizzazione di molteplici applicazioni specifiche per ogni singolo dispositivo non è stata giudicata conveniente. Ogni tipologia di dispositivo, infatti, avrebbe richiesto lo sviluppo specifico dell'applicazione per la particolare piattaforma di proprio riferimento (ad esempio per i cellulari Symbian è necessario sviluppare un'applicazione diversa da quella per i palmari Microsoft e ancora diversa da quella per palmari Linux).

La piattaforma di *context awareness* è pensata per essere usata da parte degli sviluppatori e deve mettere a loro disposizione un insieme di strumenti per semplificare lo sviluppo delle applicazioni. L'approccio seguito per la realizzazione della piattaforma è il cosiddetto MDD (*Model Driven Development*), che prevede la definizione di un insieme di modelli attraverso i quali lo sviluppatore descrive le varie parti dell'applicazione. I modelli sono, ovviamente, più astratti e più semplici da usare rispetto alla scrittura del codice in un linguaggio di programmazione tradizionale.

Per la piattaforma sono stati definiti principalmente tre modelli, necessari per descrivere:

- Il **servizio** (cioè la struttura delle pagine, i *link* tra esse, le strutture di accesso, eccetera): è stata proposta un'estensione al modello WebML del Politecnico di Milano.
- Il **contesto**: il modello serve per descrivere gli aspetti della realtà che devono essere considerati per poi effettuare l'adattamento; il modello è realizzato attraverso un insieme di classi Java che lo sviluppatore deve implementare.
- La **strategia di adattamento**: serve per descrivere il comportamento del sistema all'accadere di particolari eventi e cambiamenti di stato del contesto; il modello è basato su regole ECA (*Event Condition Action*).

L'architettura della piattaforma è organizzata in tre livelli logico/funzionali:

- **Gestione dei sensori:** gestisce i dati grezzi provenienti dai sensori, per ricavare delle informazioni di contesto. A partire dalle letture GPS, ad esempio, determina, oltre al classico posizionamento dell'utente, la prossimità ad un particolare reperto archeologico.
- **Framework del contesto:** aggrega e gestisce le informazioni di contesto provenienti da sorgenti differenti.
- **Applicazione Web:** effettua l'erogazione del servizio, adattando i contenuti, la presentazione ed il *layout* (disposizione nello spazio degli oggetti contenuti) alle condizioni del contesto.

Nella piattaforma realizzata, lo strato di gestione dei sensori utilizza i dati di un lettore RFID e di un ricevitore GPS, montati a bordo dei dispositivi mobili, al fine di ricavare la posizione dell'utente e degli oggetti di interesse, in questo caso le evidenze archeologiche. In particolare, lo sviluppatore definisce un modello dello spazio del sito archeologico, indicando quali sono i reperti, come sono composti (ad esempio, in un antico edificio ci possono essere diverse stanze collegate tra loro in un modo particolare e contenenti diversi oggetti o zone di rilievo) e come sono relazionati tra loro. I *tag* RFID sono poi disposti nell'ambiente descritto.

È quindi necessaria una fase di apprendimento (*learning*), nella quale il sistema crea un *mapping* (corrispondenza) tra gli oggetti descritti nel modello e i sensori disponibili. Questa fase è semplicemente realizzata da un utente che dichiara la propria posizione e si sposta nell'ambiente indicato, mentre il *framework* raccoglie i dati inviati dai sensori (sia GPS che RFID).

A questo punto il *framework* è in grado di determinare la posizione di ogni utente e trasferirla allo strato superiore, il *framework* del contesto, che si occupa di raccogliere tutte le tipologie di dati di contesto (non solo la posizione, come appena descritto), gestirle e correlarle tra loro. Una delle potenzialità principali del *framework* del contesto è la capacità di inferire nuova informazione a partire da quelle di base ricavata dalla sensoristica. Il *framework* del contesto ha un punto di osservazione privilegiato sul contesto stesso, potendo disporre di tutti i dati che lo compongono. Sulla base di regole di inferenza definite dallo sviluppatore può quindi essere possibile ricavare nuove variabili: sapendo, ad esempio, che l'utente è in ufficio e che l'orario è lavorativo, il sistema può supporre che l'attività svolta in quel momento sia quella lavorativa. Se l'utente invece fosse in un parco in orario non lavorativo, si potrebbe supporre che questi stia svolgendo un'attività ricreativa.

L'ultimo livello dell'architettura utilizza i dati prodotti dai livelli sottostanti per effettuare l'adattamento. Il livello **applicazione Web** è quindi costituito da due sottocomponenti principali: l'applicazione Web propriamente detta e lo strato di adattamento. Il primo produce i contenuti destinati alla fruizione da parte dell'utente: il mobile GIS e le pagine Web descrittive dei reperti e dei luoghi presenti nel sito archeologico. Il secondo è il *framework* di adattamento che, sulla base delle regole ECA definite dall'utente e in riferimento allo stato del contesto, decide le politiche di adattamento da adottare. Tali politiche sono concretizzate da un componente Java che opera modificando i parametri delle richieste provenienti dagli utenti, come se questi avessero esplicitamente richiesto particolari funzionalità e contenuti del servizio. Se, ad esempio, l'ambiente è troppo luminoso, il *framework* di adattamento simula che sia l'utente direttamente a richiedere una pagina ad alto contrasto. L'adattamento è così trasparente per l'applicazione.

Mobile GIS: funzionalità e tecnologie utilizzate

All'interno della piattaforma di *context awareness*, il *mobile GIS* si configura come la principale interfaccia dell'applicazione, in quanto l'utente lo utilizza come punto di partenza per la

navigazione, l'esplorazione e l'analisi del contesto territoriale di interesse che, nel caso specifico di questo progetto, riguarda la succitata area archeologica di Comum Oppidum.

Al fine di conciliare un'adeguata ricchezza di contenuti e funzionalità con le ridotte dimensioni dei monitor dei dispositivi palmari, si è voluto implementare un unico *template file* per il *mobile GIS*, ossia un'unica pagina web in cui attivare o disattivare le varie funzionalità a seconda delle esigenze. All'attivazione del servizio, ossia dopo l'inizializzazione del *mobile GIS*, il *template file* comprende solo la carta e due barre degli strumenti, come mostrato nella figura 1.



Figura 1 – L'aspetto del mobile GIS alla sua inizializzazione

La barra degli strumenti superiore permette di selezionare la funzionalità che si desidera utilizzare. Le funzionalità disponibili al momento della scrittura del presente contributo sono:

- aggiornamento della carta,
- funzionalità di navigazione (pan, zoom in, zoom out, viste predefinite),
- funzionalità di interrogazione (*query* di *features*, *query* sugli attributi dei dati, visualizzazione dei risultati delle interrogazioni in modalità estesa o sintetica, *query map*, cancellazione dei risultati delle interrogazioni).

La barra degli strumenti inferiore, invece, gestisce la visualizzazione delle informazioni di posizionamento provenienti dai sensori GPS e RFID e permette di attivare e disattivare i seguenti elementi del *mobile GIS*:

- carta,
- elenco delle viste predefinite,
- legenda dinamica,
- barra di scala,
- carta generale di riferimento,
- guida in linea.

Il *mobile GIS* è costituito da una *servlet*, implementata in linguaggio Java ed eseguita all'interno di Apache Tomcat 5.5.17. Essa si occupa dell'attivazione, dell'esecuzione e della disattivazione delle funzionalità del *mobile GIS*, nonché della scrittura del *template file*.

In dettaglio, la *servlet* utilizza le classi e i metodi di Java MapScript, interfaccia di *scripting* del motore GIS MapServer, sviluppato a cura dell'Università del Minnesota.

L'utilizzo delle classi e dei metodi di Java MapScript da parte della *servlet* avviene sia per invocazione diretta sia mediante altre classi e interfacce, implementate appositamente in questo progetto.

L'impiego di classi e interfacce esterne alla *servlet* principale segue la logica di una programmazione orientata agli oggetti: i metodi necessari per il funzionamento del mobile GIS, infatti, sono raggruppati in classi rappresentative di particolari funzionalità o elementi, come MapFile.class, che si occupa dell'interazione con il *file* di configurazione del GIS, o navigaCarta.class, che gestisce le funzionalità di navigazione della carta.

La *servlet*, inoltre, utilizza una *form* e funzioni JavaScript per la comunicazione con il *browser* e per aumentare la versatilità del *template file*.

Caricamento e utilizzo delle informazioni GPS e RFID all'interno del mobile GIS

Ci si soffermi ora brevemente sulla visualizzazione delle coordinate provenienti dai sensori, gestita separatamente per GPS e RFID da due parametri della *form* associata alla *servlet* del *mobile GIS*.

In sintesi, ogni volta che uno di questi parametri è settato a *on*, la *servlet* invoca il metodo MapFile .disegnaPosizSensore, implementato *ad hoc*. Esso riceve come parametri le coordinate del sensore filtrate dalla piattaforma di *context awareness*, secondo le modalità descritte in precedenza, e crea con esse una nuova *feature* di tipo punto nel *layer* dedicato al sensore.

In questo modo il *layer* viene disegnato sulla carta come un qualsiasi altro *layer* di dati e l'utente può vedere su di essa la propria posizione e quella del punto di interesse.

Nella figura 2 la carta presenta la situazione in cui l'utente, che sta visitando un settore dell'area archeologica, ha deciso di visualizzare la propria posizione e quella dell'evidenza archeologica (oggetto di interesse) più vicina.

La prima informazione viene acquisita dal ricevitore GPS del visitatore, la seconda da uno dei *tag* RFID che sono stati posizionati sulle evidenze archeologiche più rilevanti.

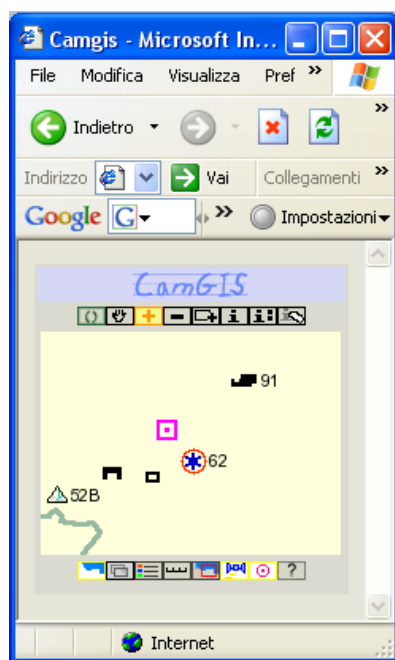


Figura 2 – Visualizzazione sulla carta della posizione dell'utente (quadrato magenta) e dell'oggetto di interesse, corrispondente all'evidenza 62 (cerchiata in rosso).

Conclusioni e sviluppi futuri

L'attività fin qui svolta e in particolare le fasi di analisi dei requisiti e la valutazione delle possibili modalità di integrazione delle soluzioni già esistenti per *mobile GIS* e *context awareness*, ha portato alla scelta del linguaggio Java per l'implementazione dell'applicazione, che è ancora in fase di completamento e test.

Per quanto riguarda l'implementazione, si vogliono da un lato inserire nuove funzionalità GIS (zoom mediante rettangolo, carta generale di riferimento variabile con la scala, maggiore specializzazione del modulo delle interrogazioni sugli attributi dei dati, guida in linea), dall'altro incrementare la *context awareness* dell'applicazione, trattando in tal senso la sensibilità al tipo di dispositivo palmare utilizzato, al profilo utente e alle condizioni di luminosità dell'ambiente in cui si sta operando.

Per quanto riguarda la fase di test dell'applicazione, si vogliono effettuare prove di utilizzo nell'area archeologica di Comum Oppidum, dal momento che l'applicazione è stata finora testata solo in laboratorio. Per quest'ultimo caso si vuole realizzare una rete WiFi all'interno di un settore significativo dell'area archeologica e applicare alcuni *tag* RFID alle principali evidenze, in modo da poter percorrere la zona con il *mobile GIS* ed utilizzare la strumentazione ad esso associata. In particolare, si vuole testare l'applicazione con ricevitori GPS differenti, al fine di effettuare un confronto tra le varie soluzioni.

Inoltre, nei prossimi mesi si valuterà la possibilità di utilizzare il mobile GIS per altri siti archeologici e, in prospettiva, anche per contesti non archeologici quale la protezione civile o il monitoraggio flotte.

Infine, si vorrebbe utilizzare il GML (*Geographic Markup Language*) come modello dati dell'applicazione.

Ringraziamenti

La ricerca è stata parzialmente finanziata nell'ambito del progetto FIRB 2003 "ArcheoMedSat", coordinatore nazionale Prof. Giorgio Manzoni.

Bibliografia

Brovelli M.A., Magni D. (2003), "An archaeological web GIS application based on MapServer and PostGIS", *Proceedings of the ISPRS Workshop "Vision Techniques for Digital Architectural and Archaeological Archives"*, 89-94.

Brovelli M.A., Magni D. (2002), "Web GIS e patrimonio culturale: un esempio", *Atti 6^a Conferenza Nazionale ASITA: Geomatica per l'ambiente, il territorio e il patrimonio culturale*, I: 547-552.

Ceri S., Fraternali P., Bongio A. (2000), "Web modeling language (webml): a modeling language for designing web sites", *Proceedings of the 9th international World Wide Web conference on Computer networks : the international journal of computer and telecommunications networking*, 137-157.

Ceri S., Daniel F., Matera M., Bolchini D., Brioschi M., Mainetti L., Legnani M., Simeoni N. (2005), "Sviluppo di un metodo, corredato da design patterns, per la specifica di siti web multicanale personalizzati," *MAIS, Tech. Rep.*, R.7.1.3.

Peng Z.-R., Tsou M.-H. (2003), *Internet GIS*, John Wiley and Son Inc.

University of Minnesota (2006), *MapServer*, <http://mapserver.gis.umn.edu/>.